

久留米工大新入生の理数系基礎学力調査

著者	巨海 玄道
雑誌名	久留米工業大学研究報告
号	35
ページ	37-44
発行年	2013-03-20
URL	http://id.nii.ac.jp/1503/00000043/

〔論 文〕

久留米工大新入生の理数系基礎学力調査

巨海 玄道*

Investigation of academic ability of newly-enrolled students
in Kurume Institute of Technology

Gendo OOMI

Abstract

Recently it is well known that there has been a marked decline in the levels of academic attainment of university students. In order to make clear the origins of that, we examine the results of the test about the elementary knowledge of basic physics and mathematics for the newly-enrolled students of the faculties of engineers and science. We point out that the attitude and the motivation of students for studying in the college or university with low barrier of entrance examination is one of the large difficulties in the general education course. We also emphasize that the education of these students will become more important in the near future.

1. はじめに

以前勤めていた職場に世界的にもその名前がよく知られた高名な学者がいた。私はその人の講義や講演会を幾度となく聞く機会に恵まれた。その人の講義は相手が学者であろうと、大学院生であろうと、大学初年次であろうと、はたまた中高生であろうと内容（説明や口調なども含めて）は全く一緒だった。私が見る限り少なくとも修士以上の知識を持たないと理解できないような内容だった。本人としては最先端の話題を熱っぽく語っているように見えたが聞く方はちんぷんかんぷんでなんで講師がそんなに嬉々としているのか、理解に苦しむと言ったものではなかったかと思う。講師と聴衆が乖離した典型的な例と言える。入試の偏差値が低い大学の物理（に限らずほとんどの科目）の講義は勢いそんなものではないかと思う時がある。しかし学問は程度の差こそあれ、元々万人が理解できるものである。ただ高度に発達した現代の科学の理解においては適切なプロセス（基礎的知識あるいは基礎学力と言ってもよい）を経っていないとその理解に至らないと言うのが

現実であろう。

これまでの理工系大学における物理学初年次教育は通常ベクトル解析や微分方程式などから展開していくのが一般的であったし、我が国のほとんどの大学に勤める教員は多かれ少なかれそのようなプロセスで教育（特に初年次教育）を受けてきた。ところが最近大学への進学率は18歳人口の実に50%を超えるようになった。1970年代の進学率が20%未満であることを考えると隔世の感がする。大学生は巷間にあふれ、すでにエリートとしての存在感はなくなっていると考えられる。進学希望者の90%が大学に行き、その割合は近い将来100%になると言われている。即ち大学全入の時代はすぐ近くまで来ているのである。一部の大学（いわゆるブランド大学を除き、特に地方の）はすでにその域に入っているところもある。特に私立大学は定員割れが全体の40%を占め、定員確保に汲汲としている大学も多い。このような中で最近大きな問題となっているのが新入生の基礎学力である。本稿においては本学のこれまで行われてきた理数系（物理と数学）学力調査について結果を述べるとともに他大学との比較を行い、本学の基

*教育創造工学科

平成24年10月30日受理

基礎教育に資することを目的とした。

2. 学力調査の内容

これまで基礎学力の調査は多くの大学で独自の方法で行われてきた。本学では物理学の講義のクラス分けのために入学直後に基礎学力調査のテストを毎年新入生に課している。クラス分けの方法はいくつかある。例えば高校時代の履修状態で分ける方法(いわゆる未履修クラス)を取っているところもあるが本学と同じやり方を取っているところが多いようである。このため本学では新入生の高校時代の履修科目調査も併せて行っている。これは高校時代の学習背景を知るためには大変有効な方法である。ここでは高校時代履修した科目を数学(数学Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、及びA、B、C)と理科(物理Ⅰ、物理Ⅱ、理科総合A、理科総合B、化学Ⅰ、化学Ⅱ、生物Ⅰ、生物Ⅱ)に限って調べた。本学の実態を知るため、この問題を使って県内のいくつかの大学に協力をしてもらい調査を行った。このことにより各大学の学力のレベル、及び学生の実態が把握でき、それを基にした教育カリキュラムを編成することができる。調査大学は本学を含めて6大学(これを便宜上A、B、C、D、E、F大学と名付けておく。同じ大学の違う学科の場合はA大学H学科、A(H)等と記すことにする)である。調査方法は数学と物理の問題はそれぞれ8題と4題であり合計12問で満点は12点とした。問題は図1に示した。F及びD大学はい

2. 数学の基礎：数値または数式を書きなさい。

- (1) $\sin 30^\circ =$ (2) $\cos 60^\circ =$
 (3) $\tan 45^\circ =$ (4) $2^2 =$
 (5) $\log_{10} 100 =$ (6) $\frac{d}{dx} (3x^2 + 5x + 1) =$
 (7) $\int (2x + 3) dx =$ (8) $\int_1^2 (x + 1) dx =$

3. 物理学の基礎：数値または数式を書きなさい。

- (1) $54 \text{ km/h} =$ m/s
 (2) 重力の加速度の大きさ： $g =$ m/s^2
 (3) 初速度の大きさ v_0 、加速度 a で等加速度直線運動している物体の時間 t 後の速さは である。
 (4) 質量 m の物体の重力による位置エネルギーは、床からの高さ H にあるときの方が高さ h ($h < H$) にあるときよりも だけ大きい。

図1. 基礎学力アンケート問題

くつかの学科について調べた。入試の偏差値は以下の通りであった。

$$A > B > C > D > E > F$$

これらの大学で基礎学力調査の得点ばかりでなく、その分布や幅などまた高校時代の履修科目数との関連を調べた。以下においてその結果の一部を紹介する。

3. 本学における調査結果

本学は5つの学科からなる。これらを一応P、Q、R、S、T学科と略称しておく。本報告中で学科の具体的な名前や上で挙げた大学名を出さないのは本研究の目的が大学や学科のランク付けではなくむしろ現状を知り、それをこれからのカリキュラムや学生指導等に生かそうという趣旨があるためである。大学のランク付けなら入試の偏差値や就職率など既に公表されたデータで十分であろうと考えた。以下において5学科全てのデータは膨大になるため避け、いくつかの学科(主にPとT)について調査結果を紹介する。

3.1 得点とその分布に対する結果

図2にP学科の得点のヒストグラムを示した。図中には2つの明らかなピークが見られる。これは言ってみればこのクラスにできる学生とそうでない学生が混在し、2極化していることを意味している。このクラスの平均点は5.5点で幅は12点であった。このような2極化は現在の学生の成績において特徴的なことではあるが他方クラスの講義はどこに焦点を当てるべきか難しい問題となる。図3はQ学科の結果である。平均点は4.9点であり、幅はPとは

人数

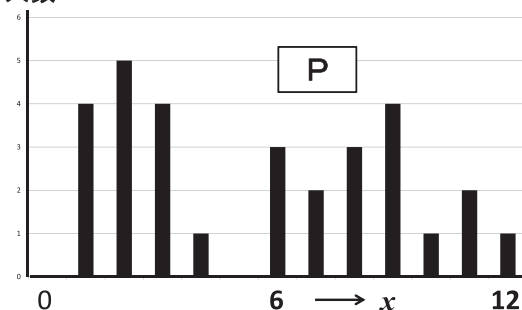


図2. P学科の得点の分布(縦軸は人数で横軸は得点)

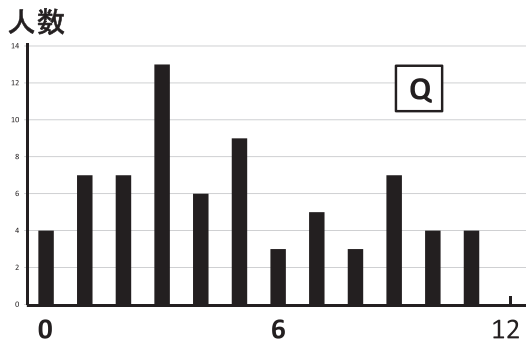


図3. Q学科の得点の分布

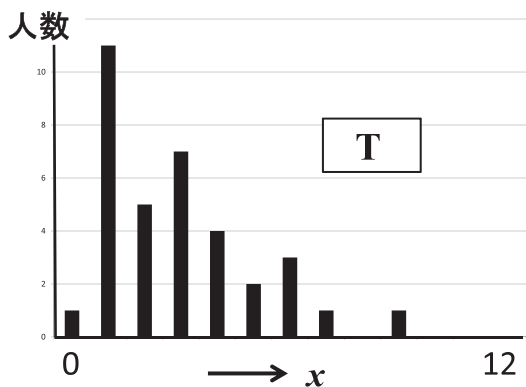


図4. T学科の得点分布

は同じ11点であった。図4にT学科の結果を示す。平均点は3.9点であり、成績の幅は11点となった。ただT学科はピークが1～2点のところにあり、平均点の位置と違うばかりでなく、半分近い学生が2点以下であった。いずれにせよこれらの3つのクラスは、講義の仕方には周到な工夫が必要となる。

3.2 5つの学科の成績の年次変化

表1に平成19年度からの各学科の成績を示した[1]。19年度と24年度の数値だけ見ればT学科を

表1. 久留米工大の各学科(P、Q、R、S、T)の基礎学力アンケートの調査結果。但し満点は12点である。

年度/クラス	P	Q	R	S	T
19	7.4	4.2	3.1	3.5	4.7
21	6.8	2.9	5.5	4.6	3.2
22	5.5	5.6	5.8	3.9	3.2
23	6.8	5	4.8		3.8
24	8.2	5	5	4.8	3.4

除いて成績はやや上向いていると言えるであろう。しかし各学科の毎年の平均点を見ればふらつきが激しく一概にそう言うことも言えないようである。さらに3.1でも言ったように学科の得点の幅は広く、できる学生とそうでない学生が混在するため、なかなか平均した数値だけでは確定したことが言えない。

3.3 履修科目の調査結果

図5と6にPとTの2学科に対する高校時代の履修科目数(n)の調査結果を示した。通常理工系の大学では数学6科目と理科4科目(ここでは例えば物理I、IIと化学I、IIを選択した場合これを4科目と数えた)を受験する。従って最も多い n の値としては10となる。このような視点から図5を見ると $n=10$ にピークがあるものの、 $n=3\sim4$ にもピークが見られる。おそらくこの左側のピークにいる学生たちが図2の左の山に相当するものと思われる。次に図6のT学科の結果を見てみよう。このクラスの学生のレベルは高いとは言えないが注目すべきはほとんどの学生がこの理想値から大きく外れ、

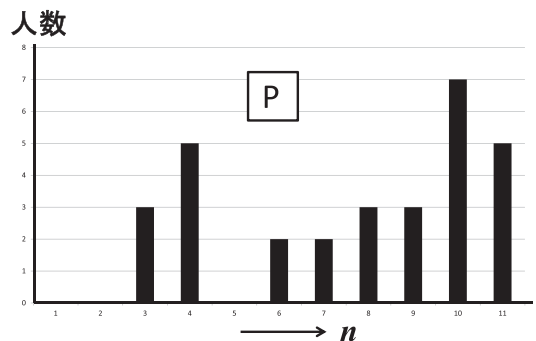
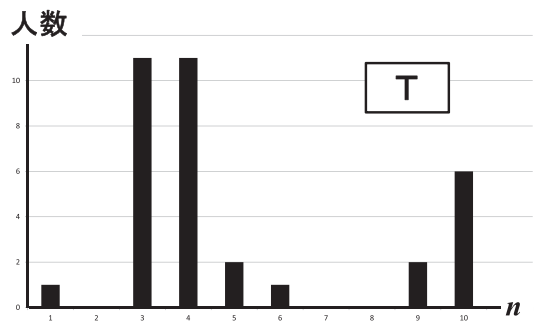


図5. P学科の履修科目数(n)の分布、縦軸は人数を表す

図6. T学科の n の分布

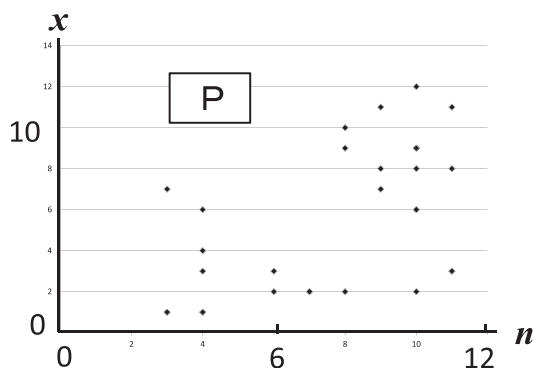


図7. P学科の履修科目 (n :縦軸)と得点 (x :横軸)の相関図

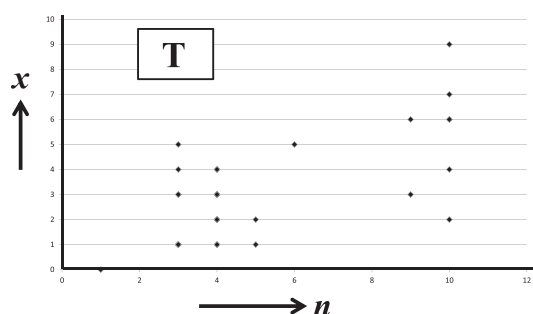


図8. T学科の x - n 相関図

n の値は3～4でピークを取っていることである。高校時代の学習量が履修科目に比例するとすればこの n の低いところにいる学生が全体の成績を下げていると考えられる。つぎに履修科目数と得点の関係を調べてみる。即ち x と n の相関について考える。図7と8にPとTに対する結果を示した。Pに対する結果では2つのピークを反映して分布はばらついている。 $x=10$ 近傍に大きな塊が見えるがこれは図2と5の右側のピークに属する学生に対応するものと思われる。図8を見ると n と x との相関があまりなく、このクラスの学生たちは高校時代あまり勉強していないし、たとえ知識を得てもその定着度は極めて低いという背景が見て取れる。図7, 8をよく見るとわずかに n と x が比例している傾向がみられる。特に図7はばらつきが多いが x は n に比例しているようである。このことについては次節でふれる。

4. 他大学との比較

ここで入試の偏差値が異なる他大学との調査結果

の比較を行う。これまで学科の毎年の基礎学力調査を行っているところは多いが、表1で述べたように毎年の成績の変動はないわけではないがそんなに大きくはない。これはどんな大学・学科でもある程度のレベルの人を入れるため入試をしているからである。全入大学においても毎年偏差値の低い学生が入ってくるためそのレベルは低いと言う意味であり変わらないのである。しかし他大学との比較はそうはいかない。以下に示すように大きな差が出てくる場合がある。そしてこの比較こそが明日のその大学の基礎学力養成のグランドデザインに資するものである。

4.1 客観的な比較

図9にD大学工学部のある学科の得点のヒストグラム示した。D大学では入学直後基礎学力のテストを行い、それによってクラス分けを行っている。本アンケートは下位から2番目のクラスに対して取られたものである。平均点は8.6点、最低から最高

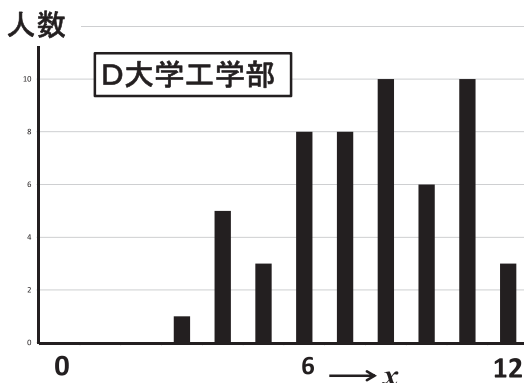


図9. D大学工学部の得点分布

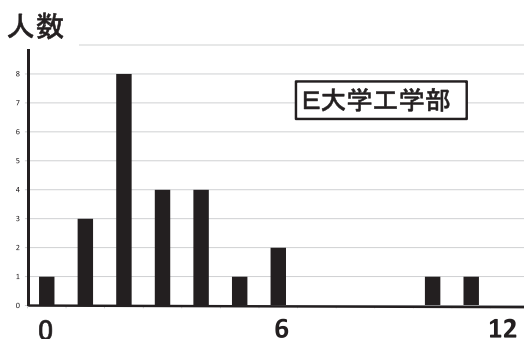


図10. E大学工学部の得点分布

点までの幅は9点であった。また分布全体を見るとやや理想的なガウス曲線に近く、平均点が近似的にその中央にくる。即ちこのクラスでは8点台の学生を目標に講義を組み立てていけばよいことになる。図2～4の結果とは大きく異なっていることがわかる。次に図10にE大学工学部の結果を示した。このクラスはE大学で一番低いレベルとされている。この平均点は3.5点で幅も広く担当者は物理の基礎や数学の基礎を丁寧に教えているとのことであった。図11は偏差値がこれらの大学より高いB大学工学部のクラスである。ほとんどの学生が満点に近く平均点は11.4点であった。この学科の教科書を見るとごく普通の物理の教科書で力学なども第1節で述べたようなプロセスで教えているということである。次にA大学の文系クラスも比較のためアンケートを取ってみた。図12にそれを示す。高校時代物理も数学もあまり勉強していないクラスだが平均点は8.6点で図9のD大学工学部のクラスに匹敵し、更に本学の最高点である表1に示したP学科の成績より良いことがわかった。確かに幅は12点あり分布が広いことはわかるがその分満点も多く、ピークも

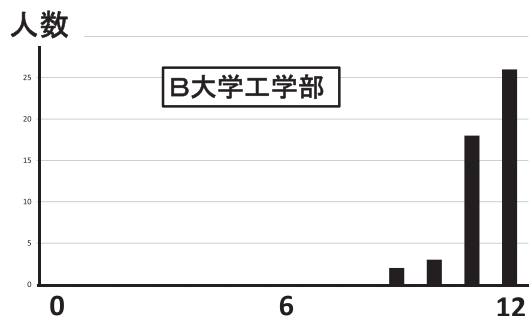


図11. B大学工学部の得点分布

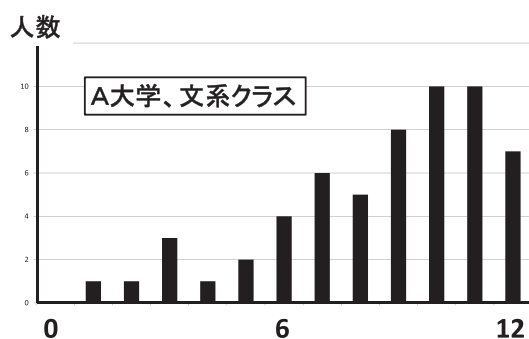


図12. A大学文系クラスの得点分布

9点近くにある。ただA大の文系学科を採点して感じたことは物理はともかく数学がほぼ満点の8点を取っている人が多いということである。これはこのアンケートを取った多くの大学の高偏差値のクラスで見られたことであるがこの試験の成績が良い人は一般に数学の成績が良かった。このことは数学と言う学問が自然科学の基礎をなすばかりでなく、自然科学的なものの考え方やものの見方に大きな影響を与えるということを示している。来るべき全入大学の基礎教育を考えるとこのことは重要な指針を与えるものと考えてよい。又A大学の学生たちは厳しい入試を突破してきているのでいろんな新しい知識を要求されてもそれに十分対応できる能力(いわゆる「課題探究能力」)を備えているものと考えてよい[2]。

4.2 履修科目との関連

図13にD大学工学部の履修科目の分布を示した。 $n=10\sim11$ に明らかなピークがあることが分かる。図14は高校時代の履修科目と得点との相関($n-x$ の相関図)を示したものである。 $n-x$ は図中の点線のガイドに見られるように近似的に右上がりの関係がある。高校時代選択する科目数が多い人、即ち「よく勉強してきた新入生」は基礎学力もあり、入学後にさらなる学習で伸びる可能性を秘めていると言える。この点、図2や4で示したクラスの場合、このような明らかな相関は見いだせなかった。高校時代に履修していない科目については入学後に再度勉強しなおすこと(リメディアル教育)が必要となるが、「学び」あるいは「知の営み」に対する基本的な姿

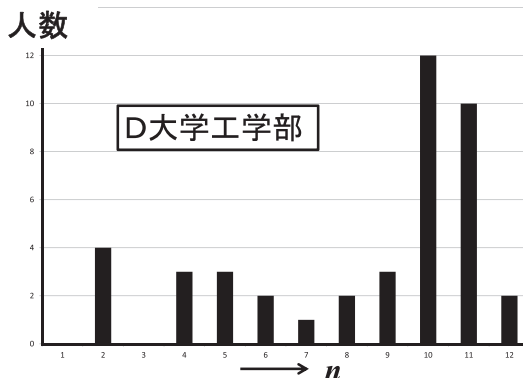


図13. D大学工学部の履修科目分布図、横軸は履修科目数、縦軸は人数。

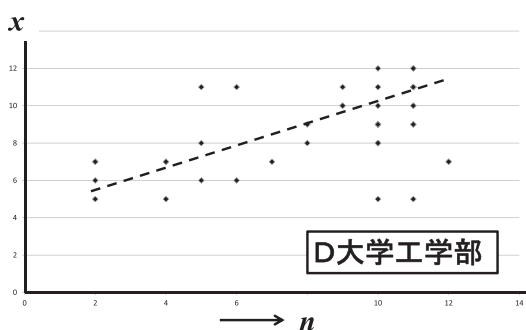
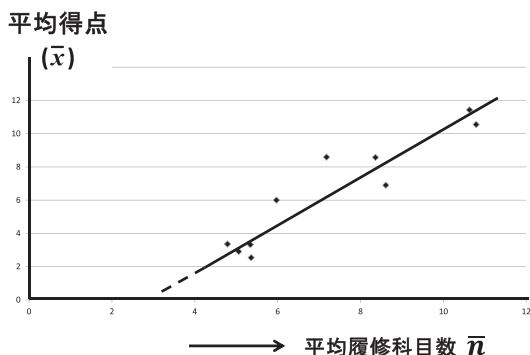
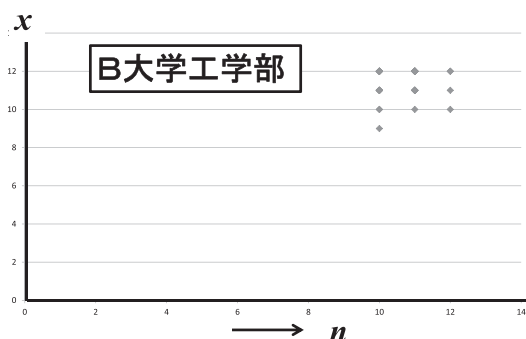
図14. D 大学工学部の x - n 相関図

図16. 平均得点と平均履修科目の相関

図15. B 大学工学部の x - n 相関図

勢を考えると、本学の新入生に対して担当者は相当な覚悟と慎重な指導計画を持って挑まないと展望は開けないと考える。次に図15にB大学工学部のクラスの n - x の相関図を示した。図を見ると直線よりむしろ一つの塊となっている。このことはこのクラスがあるレベル以上の学生が集まっており、教育もやりやすいということを意味している。このクラスの使用する教科書は所謂これまで通りの物理の初年次で使われていた教科書であり、「ごく普通の物理教育」が可能であると考えてよい。入学後の学習の成果を本学のP学科と比較してみたが入学時の基礎学力の差が入学後縮まったという結果は得られず、むしろ広がる傾向にあると言ったほうがよかった。即ち入学時の学力の差を縮めることは至難の業であり、本人の自覚とそれを支援する手厚い教育が必要であることになる。A大学の理工系のクラスも全く同じようなことが言える。

4.3 高校時代の履修科目と基礎学力

これまで各大学の各クラスの n と x の相関図を

基に議論してきた。全体的な傾向を見るため各クラスの n と x の平均値 \bar{n} , \bar{x} を求め、それをプロットしたものが図16である。データの各点には多少のばらつきがあるものの図の点線で示すように明らかな右上がりの直線が引ける。高校時代の履修科目が多い人、即ち良く勉強した人はそれ相応の基礎学力がついていることを意味している。この結果より、図中の点線で表されるように $n=3$ となると得点の平均値が0となる。この結果をそのまま解釈すると、あまりにも少ない履修科目では学習効果は殆ど期待できないことになる。さらにこれまでの「ごく普通の物理教育」をやる目安が10点 ($\bar{x}=10$) 程度なので図16のグラフより、 $n=10$ は高校時代に必修であることがわかる。このような視点からこれまでの結果を見ると図15よりB大学ではこれが可能であるが、D大学では厳しく、さらに本学では物理学の初年次教育において、これまでとは違った根本的な見直しが必要となってくることを意味している。これはD大学でも成績の下位クラスではある程度言えることである。

アップルの創始者スティーブジョブズはスタンフォード大学での講話の中で「点と点をつなぐ」ということを強調している。即ち関係がないと思うもの(点)でも身につけておけば将来それらがつながり、役に立つことがあるということである。その例として氏は大学時代の書道の学習を挙げている。10年後、その知識がマックの美しいフォント開発に大きな影響を与えたという。九州大学の初代総長山川健次郎氏も「修養が広くなければ真の学士と言うべからず」と言ったという。やはり初等・中等教育に限らず大学を含めて人は幅広い勉強をしなければ

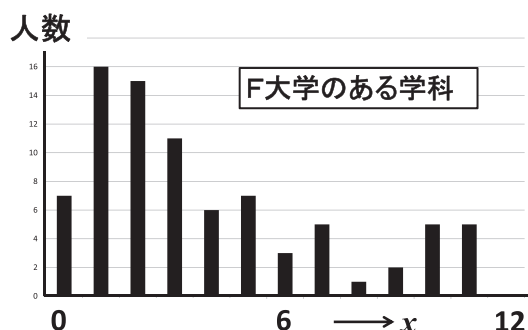


図17. F 大学のある学科の得点分布

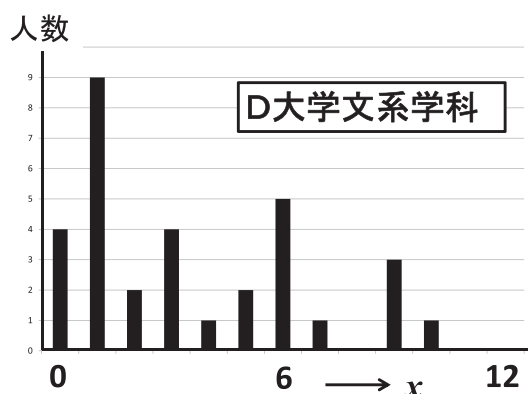


図18. D 大学文系学科の得点分布

らないということであろう [3]。

4.4 高校時代の履修科目と入学後の成績

よく高校時代の履修科目は入学後は関係ないと言われる。そのことを検証してみよう。F 大学のあるクラスと C 大学（文系）との得点の比較をしてみよう。期待されることは F のクラスは理工系であり、D は文系クラスのため、試験の平均点ばかりでなく得点分布も大きく異なるであろうことは容易に想像できる。図17に F のあるクラスの結果をまた図18に C 大学の結果を示した。これら 2 つの図を見るとヒストグラムの全体的な形がよく似ており、得点分布の幅が広いことも共通している。両方とも平均点は 3.9 点と 3.5 点であり、さらに 2 点以下の学生の割合は 2 クラスとも 46～7 % とほぼ同じであった。この結果から判断すると F の学生は一応所属は理工系となっているがほとんど無試験に近い状態で入学してくるため、レベル、知識、学びに対する

表 2. 2 つの大学のあるクラスにおける物理学などの履修状況（抜粋）

科目	物理 I	物理 I + II	理科総合 A
F 大学	52%	28%	42%
C 大学文系	19%	13%	41%

姿勢は文系の学生と殆ど変わらず違うのはたまたま入った学部の肩書きだけということになる。

高校時代の物理の履修状況を見てみよう。表 2 に物理と理科総合の選択した学生の割合を示した。物理 I の履修率は F で 52%、C で 19% であった。我々の以前の偏差値の高い大学に対する調査では高校の履修科目は入学後の成績に影響を与えるという結果を得ていた [4] が F と C に対する結果を見ると履修率におおきな差があるにもかかわらず、基礎学力調査の結果はほぼ同じであった。更に入学後の学力試験においても 4.2 で述べたように入学直後の大きな学力の差は縮まることはなくむしろ広がる傾向にあることがわかっている。即ち偏差値が低く、さらに高等教育のボーダーあるいはその外側にある大学 [2] ではもともと学習意欲がなく初等・中等教育時代に殆ど勉強しない学生が入学するため、入学後の少なくとも初年次教育の成績には関係ないのである。

5. おわりに・・・全入時代の偏差値下位の大学に求められるもの

これまで述べてきたように偏差値下位の大学における少なくとも初年次教育は大変な困難を伴うことを示してきた。しかし、いたずらに学生ができないと嘆くことも疑問である。本学の学生の成績の最低値は表 1 で見たように 3 点台前半であるが福岡県にはこれが 2 点台の大学のクラスもある。得点はあくまでもある種の目安と考えた方がいいのではないかと思う。実際本学でも「ごく普通の物理教育」が可能な（即ち $x > 10$ の）学生は 10～20% いることは図 2～3 のヒストグラムからもわかる。このような学生をさらに伸ばし、また $x < 3$ の学生たちにはしっかりと基礎教育を与えるような教育体制を築くことは最も重要なことであろう。

大学の 4 年間は決して平たんな 4 年間ではない。それまでの地方の小さな私立工業大学であったある

大学が改革に成功し一躍全国区の有名大学になった大学学長の講話を以前聴いたことがある [5]。話した内容はほとんど忘れてしまったが一つだけ記憶していることがある。それは、

- ① 「大学は4年間の教育のうちで、他の3年間より最初の1年に、最大の投資を行うべきである。」
- ② 「1年次のプログラムのデザインと実行は、その大学で最も業績のある教員がかかわるに値する。」

と言うことであった。①は最近いろんな大学で強調されていることである。②を聞いたときおやつと思った。最先端の研究をやっている人はたまに教育をおろそかにする人も多いからである。また多くの組織の長から「これからは教育の時代である」と言う話をよく聞いた人間としては奇異な感じがした。どうもこれらのことを考えると大学教員が研究業績を出すのは当たり前になっているのではなかろうか。「研究と教育」は大学の業務の両輪であることを考えると当然のような気もする。「研究」を進めることはその人の人生観ばかりでなくものの考え方やそれを進めていく強い意志がないとできない。それは当然ながら教育にも反映するはずである。最近九州大学が「基幹教育院」と言う新しい部局を作り教養教育に幅広く取り組むことを決めたという話を聞いた。これからのグローバル社会に適応していく人材の育成をやるということらしい。

翻って全入大学のことを思う時、基本的にはこれと同じ方向性を持たせた方がよいと考える。広い意味の基礎学力の養成はこれからの世代には必要なことであり、その体制の構築はその大学のレベル、ステータス、目的等で異なってくる。その中で変わらないのは教職員の人材と意識であろうと思う。以前ある私立高校の進学率の話を聞いたことがある。田舎の全く無名の高校からその県内でも有数の進学率を誇るところまで持って行った高校教員の話は胸を打つものがあった。そこでは受験指導のため毎晩10時ごろまで勉強させたという。もちろん教員の方は11時や12時ごろまでいて教材研究をやったと言っていた。全入大学の基礎学力養成も基本的には同じ路線ではないかと思う。「教職員の汗」がなければ大学の再生もあり得ない。このようないろんな事例の中に各大学の「未来へつながる道」が隠されている

のではないかと思う。そのような意味で本学もはじめにどのような新入生が入ってきたかを正しく認識し、その学生の目線に沿った適切な指導を行い、基礎学力の養成をし、4年間で付加価値をつけて行くことが肝要であろう。地味で忍耐強い努力が必要となる。ネガティブな意見もあるが入った学生に付加価値を付けさせ社会に送り出すことは昔と変わらぬ大学の使命であると思う。

謝 辞

本学の物理基礎学力調査は蓮山寛機名誉教授に負うところが多い。本研究の中でも一部整理されたデータを使わせていただきました。また平野貞三教授には多くの助言と協力をいただきました。2人の先生に心から感謝いたします。また膨大なデータを根気強く整理してくれた研究室の学生たちに感謝します。

参考文献

- [1] 蓮山寛機、平野貞三：私信
- [2] 巨海玄道、野田常雄、大学の物理教育、17(2011) pp. 133-136.
- [3] 巨海玄道、第60回九州地区一般教育研究協議会議事録、(2011) pp. 91-98.
- [4] 巨海玄道、日本理科教育学会全国大会発表論文集、第8号、(2010) p. 255.
- [5] 増田晶文、“大学は学生に何ができるか”、プレジデント社 (2003).